整数量子数で特徴付けられる vortex．

Ⅱ）二次元Heisenberg 模型

$V = S_2$

整数量子数で特徴付けられるインスタントン．

Ⅲ）二次元三角格子反強磁性的ハイゼンベルク模型

$V = SO(3) = P_3$

偶奇性で特徴付けられる vortex．

Ⅳ）二次元Maier-Sanpe 模型

$V = P_2$

偶奇性で特徴付けられる vortex ＋整数量子数で特徴付けられるインスタントン．

相転移に対して得られた結果は以下の通り．（Ⅰ）のXY模型についてはK-T理論）

Ⅱ）トポロジカルな起源の相転移はなさそうである．

Ⅲ）有限温度で $Z_2$ vortexの解離に伴う相転移有り．ただし，通常の二体スピン相関は低温相でも指数減衰と予想される．

Ⅳ）Ⅲ）と同じく有限温度で $Z_2$ vortexの解離に伴う相転移有り．

オーダーパラメーター空間の構造とトポロジカルな励起に基づいて相転移現象を見る見方は少なくとも二次元系では相当有力の様に思う．三次元系でも，たとえばⅢ）のケース（$SO(3)$対称性を持つ系）はモンテカルロの結果から見ると従来のユニヴァーサリティクラスとは異なった臨界現象を示す可能性が濃厚であり，多くの物理的内容を含んでいる事が期待される．

## Ising Heisenberg鎖におけるソリトンの励起

東北大・工　猪苗代　　盛

反強磁性的な $S = 1/2$ の Ising-Heisenberg鎖における伝播する磁壁（ソリトン）は，中性子回折でセントラル・モードとして観測されている.[1,2] Villain[3]および石村，斯波[4]等による取扱いはSpin系の摂動論的なものであった．我々は，この系における磁壁を，ソリトンの素励起として

定式化し，この系の熱力学的性質を，量子ソリトンの統計力学を使って記述することである．

ソリトンの生成演算子，消滅演算子を使うと，Hamiltonianは

$$H = H_0 + H_1$$
$$H_0 = \sum_k \varepsilon_k ( a_k^+ a_k + b_k^+ b_k ) + \mathrm{i} \sum f_k ( a_k^+ a_{-k}^+ + b_k^+ b_{-k}^+ + a_k a_{-k} + b_k b_{-k} )$$
$$\varepsilon_k = J ( 1 + 2\eta \cos 2k ), \quad f_k = \eta J \sin 2k$$

とあらわされる．異方性パラメータ $\eta$ は1に比して小さい．相互作用項は

$$H_1 = H_{11} + H_{12} + H_{13}$$
$$H_{11} = -\frac{4J\eta}{N} \sum [ \cos ( k_2 + k_3 ) + \cos ( k_1 + k_4 ) ] \, \delta_{k_1+k_2,\, k_3+k_4} a_{k_1}^+ b_{k_2}^+ b_{k_3} a_{k_4}$$

等となる．

ソリトンの対生成，対消滅の効果をBogoliubov 変換

$$a_k^+ = \cos \frac{\theta_k}{2} \widetilde{c}_k^{\,+} + \mathrm{i} \sin \frac{\theta_k}{2} \widetilde{c}_{-k}$$

$$b_k^+ = \cos \frac{\theta_k}{2} \widetilde{d}_k^{\,+} + \mathrm{i} \sin \frac{\theta_k}{2} \widetilde{d}_{-k}$$

を使って取り入れ，また，相互作用をHartree-Fock 近似で考慮することにより

$$H_{\mathrm{HF}} = \sum_k E_k ( \widetilde{c}_k^{\,+} \widetilde{c}_k + \widetilde{d}_k^{\,+} \widetilde{d}_k )$$

$$E_k = \sqrt{ ( \widetilde{\varepsilon}_k + \delta )^2 + 4 \widetilde{h}_k^2 }$$

$$\widetilde{h}_k = J \eta ( 1 - \alpha ) \sin 2k , \quad \widetilde{\varepsilon}_k = J \{ 1 + 2\eta ( 1 - \alpha ) \cos 2k \}$$

$$\delta = \frac{2J\eta}{N} \sum_k \cos ( 2k - \theta_k ) ( 1 - 2n_k )$$

$$\cos \theta_k = ( \widetilde{\varepsilon}_k + \delta ) / E_k , \quad \sin \theta_k = 2 \widetilde{h}_k / E_k$$

がえられる．$\alpha$ と $\delta$ はある連立方程式の解である．

いくつかの異方性パラメータ $\eta$ に対して計算した比熱を図1，2に示す．低温における比熱は，特に $\eta = 1$ のHeisenberg鎖に対するものが線型に立上り，Bonner and Fisherが予想した曲線と殆ど一致している(図3)．このことは，$0 < \eta \leq 1$ の範囲で量子ソリトンによる定式化

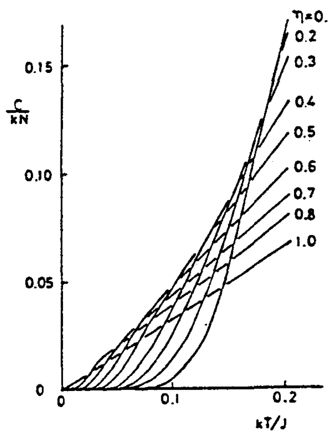


図1

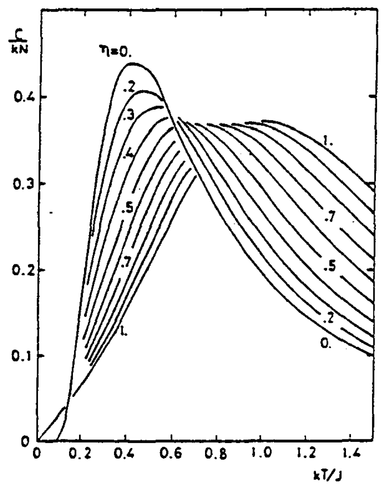


図2

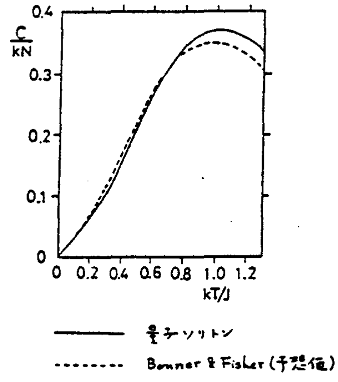


図3

が，低温における熱力学的性質を記述するのに適当であることを強く示唆している．なお，有限鎖の計算では，低温領域にに異常が生ずるので，この低温領域をのぞいた有限温度領域での比熱のデータが信頼できると考えられる．量子ソリトンによる比熱は，この有限温度領域では，有限鎖から外挿した曲線と大体合っており，$k_BT \lesssim J$ の全温度領域で量子ソリトンによる記述が有効であるといえる．

文献

1) H. Yoshizawa, K. Hirakawa, S. K. Satija, and G. Shirane, Phys. Rev. **B23**, (1981), 2298.

2) S. E. Nagler, W. J. L. Buyers, R. L. Armstrong, and B. Briat, Phys. Rev. **B28**, (1983), 3873.

3) J. Villain, Physica (Utrecht) **B79**, (1975), 1.

4) N. Ishimura and H. Shiba, Prog. Theor. Phys. **63** (1980), 743.

# Nerve pulse解について

広島大・理　三　村　昌　泰

神経線維上のパルス伝播のモデルは1952年HodgkinとHuxleyによって彼等の提唱するイオン説に基づいて提出された．このモデルは変数4つの反応ー拡散方程式系で表わされるために，定性的解析が困難であった．従ってその後，そのモデルの単純化された系が提案されている．